

補助事業番号 2020M-125

補助事業名 2020年度糖尿病の予知に寄与する次世代筋電センサーの研究開発補助事業

補助事業者名 神奈川大学人間科学部 衣笠竜太

## 1 研究の概要

日常生活で使用できる簡便な次世代筋電センサ(個々の筋肉が電氣的な刺激を脳神経から受けている様子は、筋肉に電極を設置することによって記録でき、それを検出するデバイスのこと)を世界で初めて研究開発する。次世代筋電センサは、粘着ゲルパッドの湿式電極、Bluetooth、完全コードレス、バッテリー駆動、スマホ操作、といった構成要素と性能を実装することを目標とした。本事業の結果、絆創膏タイプと通常タイプの乾式電極、Bluetooth、完全コードレス、バッテリー駆動、スマホ操作といった性能を筋電センサに実装することができた。また、糖尿病患者を企図した測定において、所望の周波数特性を示したので、糖尿病の予知に利活用できる見込みである。

## 2 研究の目的と背景

糖尿病は世界的にも患者数が多く、2017年現在で4.2億人もいる。有効な対策を施さなければ、2045年までに7億人に増加すると予測されている(2017 International Diabetes Federation)。糖尿病の人の半数は、自分が糖尿病であることに気づいていない、という問題がある。

この問題を解決するためには、糖尿病を予知する技術が有効である。しかし、糖尿病予備群に対する侵襲的な血糖値測定の反復は現実的でない。糖尿病の予知技術に求められるのは、日常生活下で使用でき、かつ非侵襲的に毎日測定できるものである。糖尿病有病者では、筋の電氣的な活動といった筋の質的側面が特異的に低下することが知られ(Eshimaら2019)、筋の質的評価が糖尿病の予知に役立つ可能性がある。

そこで本事業では、筋の電氣的活動を直接測定でき、かつ日常生活で使用できる簡便な次世代筋電センサを研究開発する。

## 3 研究内容

### (1) 絆創膏タイプの乾式電極による筋電センサの開発

(<http://muscle.kanagawa-u.ac.jp/study2/jka.pdf>)

絆創膏タイプの筋電センサは、白い線材の先に脱磁したネオジウム磁石に半田付けし、8mm間隔でこれらの粘着テープに接着し、それを本体の8mm間隔の電極にネオジウム磁石を挟んでつなぐことになる(図1左)。

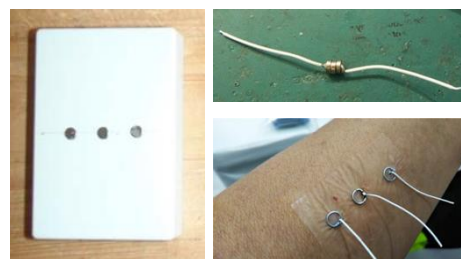


図 1. 絆創膏タイプの筋電センサ

### (2) 通常タイプの乾式電極による筋電センサとスマホアプリの開発(<http://muscle.kanagawa-u.ac.jp/study2/jka.pdf>)

通常タイプの筋電センサは、バッテリー駆動と完全コードレスを実現し、データをBluetoothでスマ

ホに伝送し、スマホで操作できるものとした(図2)。



図 2. 通常タイプの筋電センサ(左)とスマホのアプリ(右)

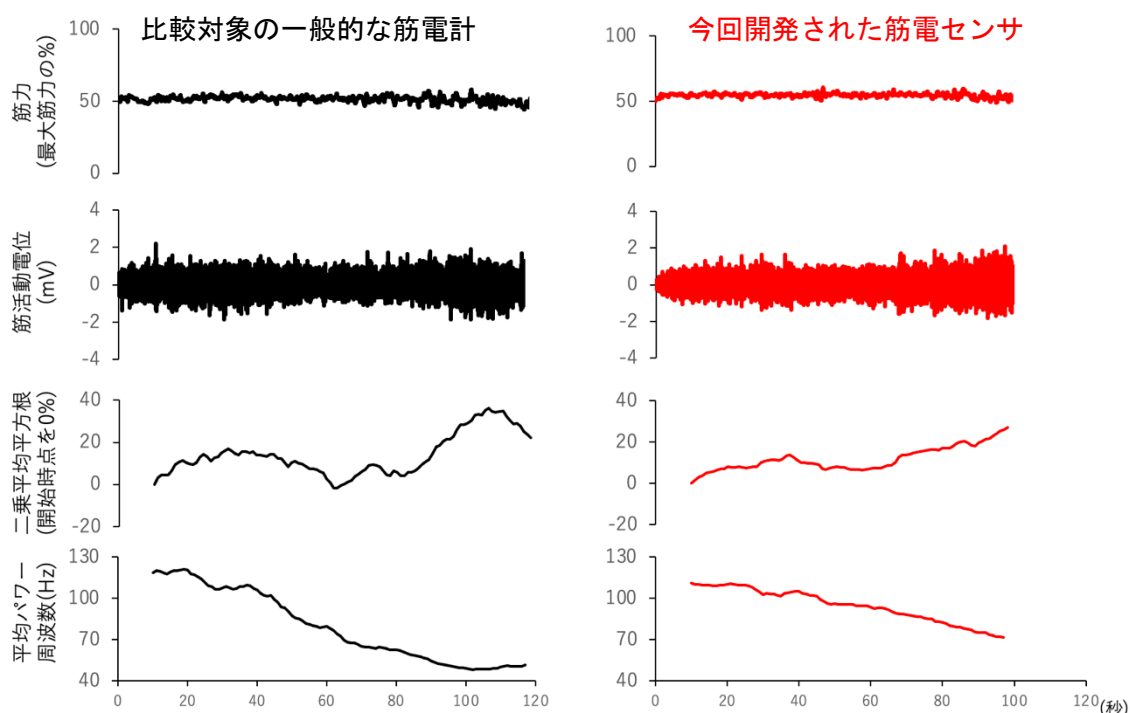


図 3. 一般的な筋電計(左)と通常タイプの筋電センサ(右)のデータ比較

糖尿病患者は健常者と比べると、持続的筋力発揮時において疲労しやすことが分かっている(Allenら, 2015)。また、糖尿病患者の血糖値と神経伝導速度との間には有意な負の相関関係がある。疲労を誘発するような持続的筋力発揮において、伝導速度の低下に伴う低周波成分の増加により、ローパスフィルター効果により多くのエネルギーが電極に到達することで、糖尿病患者の筋電波形は健常者よりも大きくなる、と申請者は考えている。そこで、糖尿病患者の測定を企図した持続的筋力発揮時において、筋力、筋活動電位、二乗平均平方根(振幅の定量値)、平均パワー周波数の時系列データを図3に示した。持続的筋力発揮に伴

い、二乗平均平方根の増加と平均パワー周波数の低下を確認できた。以上のことから、今回開発された筋電センサのデータは精度と周波数の観点において高い信頼性を有しているといえる(図3)。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業で開発された筋電センサなどを用いて、糖尿病患者を対象とし、糖尿病の予知のための研究に利活用されることが期待される。また、今回の筋電センサは利便性が高いため、家庭内などにおいて一般ユーザの利用者が増える見込みである。これにより、筋の質的側面に関するビッグデータが蓄積され、病気の発症や障害の発生の予知に関する研究に活用される。また、低価格の筋電センサが市場に出回ることにより、筋電センサの低価格化が促進される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は40歳になった契機に、未経験のスポーツに挑戦しようと思い、カヌーを始めた。開始当初は、全身の筋が力んでしまい、カヌーのパドリング(漕ぐ動作)がぎこちなかった。人間は不慣れな動作でも、時間をかけて練習すれば、正しいフォームが自然と身に付くことは経験知っている。しかし、これには長い時間を要する。そこで、正しいフォームでパドリングするのに必要な筋と不必要な筋を自覚しながら練習できれば、正しいフォームの獲得がもっと早くなると考えた。筋の動きを自覚するためには、筋電計が最適であるが、補助事業者が保有している研究用筋電計は屋外かつ水上で利用することができない。数百万円もする筋電計なのに、電極設置前の処理、電極設置のための専門知識、コード、電源、ポストプロセスなどの課題がある反面、未開の巨大マーケットの存在を認識した。調べてみると、筋電計が一般向けに殆ど利用されていないことから、『誰でもどこでも手軽に使える筋電計を世の中に広めることでより良い社会にしたい』という思いが芽生えた。そこで、平成30年度横浜市特区リーディング事業助成金を活用し、筋活動のリアルタイムな“見える化”と“知らせる化”を実現する筋電アラート装置を開発しており、これが今回の筋電センサの基盤となっている。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特になし

#### 7 補助事業に係る成果物

##### (1)補助事業により作成したもの

- ・絆創膏タイプの乾式電極による筋電センサと通常タイプの乾式電極による筋電センサをそれぞれ開発した。
- ・通常タイプの乾式電極による筋電センサのデータを解析表示するスマホのアプリケーションを開発した。

(2)(1)以外で当事業において作成したもの  
特になし

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 神奈川県立大学人間科学部（カナガワダイガクニンゲンカガクブ）

住 所： 〒221-8686

神奈川県横浜市神奈川区六角橋3-27-1

担 当 者： 教授 衣笠竜太（キョウジュ キヌガサリュウタ）

担 当 部 署： 同上

E - m a i l: [rk@jindai.jp](mailto:rk@jindai.jp)

U R L: <http://muscle.kanagawa-u.ac.jp/>